LA SABANA DE BOGOTA Y SU LAGO EN EL PLENIGLACIAL MEDIO

Por
THOMAS VAN DER HAMMEN *

INTRODUCCION

Durante buena parte del Pleistoceno (últimos 2.5 millones de años), la Sabana de Bogotá fue un lago. En su extensa historia presenta cambios frecuentes de nivel, especialmente durante las épocas interglaciales en las cuales el lago se contraía y dejaba una amplia zona pantanosa y boscosa entre su orilla y el pie de los cerros (VAN DER HAMMEN & GONZÁLEZ 1960-1963; HOOGHIEMSTRA, 1984). Durante el último interglacial y en los interestadiales y estadiales de la parte temprana del último glacial existía un lago relativamente grande; en los bordes y especialmente en la parte baja de los valles que desembocan a la Sabana (como el de Tenjo) se encontraba vegetación pantanosa, especialmente con *Alnus acuminata* (Aliso) acompañado en ocasiones de *Weinmannia sp.* y *Vallea stipularis*. En esta vegetación pantanosa se formaban turbas mientras que en la laguna se formaban arcillas o "gyttjas" (SCHREVE-BRINKMAN, 1978; VAN DER HAMMEN 1978). Después de una fase aparentemente muy fría hace aproximadamente 70.000 años (Pleniglacial inferior), se inicia el Pleniglacial medio alrededor de 65.000 años A.P. Durante el Pleniglacial medio (entre 65.000 y 28.000 A.P. aprox.) la laguna presentó niveles bastante altos, y en muchas partes las aguas hicieron contacto con los cerros, eliminando así de manera apreciable las zonas pantanosas. Hacia el final del Pleniglacial Medio, las aguas comenzaron a retirarse; este fenómeno se nota inicialmente en la zona del borde del lago; toda la laguna se secó entre 32.000 y 27.0000 años A. P. aprox. (VAN DER HAMMEN 1980). En el Pleniglacial Superior (28.000 y 13.000 años A. P.) hay alternancia climática, entre 24.000 y 21.000 A. P., se presenta un período relativamente húmedo durante el cual se forma la laguna; y a continuación, entre 21.000 y 14.000 A. P., un período con clima muy seco, época en la cual la laguna de Fúquene también se secó (SCHREVE-BRINKMAN 1978; VAN GEEL & VAN DER HAMMEN, 1973). Este período tan seco corresponde en buena parte a una época muy fría, cuando los glaciares en el hemisferio norte llegaron a su máxima extensión y el nivel del mar estuvo en posición muy baja. En la Cordillera Oriental las altiplanicies se cubrieron de vegetación de páramo y el límite altitudinal del bosque se bajó localmente hasta 2.000 m de altura. Es probable que a su turno la vegetación seca semiabierta de la parte sur del Valle del Magdalena haya avanzado hasta entrar en contacto con el páramo a 2.000 m de altura aprox. (VAN DER HAMMEN, 1981). En esta época alrededor de 20.000 A. P., ya los glaciares se habían retirado bastante si se compara con el período de máxima extensión, es decir, durante el Pleniglacial Medio y la primera parte del Pleniglacial Superior, entre 60.000 y 23.000 A. P. aprox. (VAN DER HAMMEN *et al.*, 1980-1981).

---

* Hugo de Vries Laboratorium, U. de Amsterdam, Holanda.

Durante el Pleniglacial Medio el clima, con frecuentes oscilaciones, parece haber sido muy especial. Las temperaturas fueron más bajas que hoy en día (la vegetación cambió con frecuencia entre bosque alto-andino, subpáramo y páramo propiamente dicho), pero no tan extremas como alrededor de 20.000 años A. P. La precipitación debió haber sido muy alta, de tal manera que influyera en la extensión de los glaciares y en los altos niveles de agua de las lagunas (VAN DER HAMMEN, 1980-1981). A continuación se discutirá en detalle los datos disponibles sobre este período tan significativo e interesante en la Sabana de Bogotá, para llegar finalmente a describir los rasgos esenciales.

LA VEGETACION EN LA ALTIPLANICIE Y ALREDEDORES

Según los diagramas de polen de la Sabana de Bogotá, (VAN DER HAMMEN & GONZÁLEZ, 1960-1963; DUEÑAS 1979; HOOGHIEMSTRA, 1984) y de la zona de Ubaté-Fúquene (altiplano que tiene la misma altura que la Sabana de Bogotá; VAN GEEL & VAN DER HAMMEN, 1973 y datos inéditos), la vegetación del Pleniglacial Medio en la zona (por encima de 2.500 m aprox.) es muy característica y peculiar. En los primeros milenios después de 21.000 A. P. domina el páramo abierto de gramineae, en épocas anteriores a 28.000 A. P. aprox., la zona se encuentra cerca al límite altitudinal del bosque y en la época entre 28.000 y 21.000 A. P., se presenta como una faja de transición entre los dos tipos de vegetación citados. Las condiciones indicadas para el período anterior a 28.000 A. P. persistían desde por lo menos 45.000 A. P. (fechas sin publicar de la zona Fúquene y fechas del Abra). Se discutirán aquí entonces las condiciones de esta parte principal del Pleniglacial Medio, entre 45.000 y 28.000 A. P. aprox.

Los diagramas de polen de la Ciudad Universitaria, de Tarragona, de Funza y de Fúquene aportan datos sobre la vegetación de carácter regional, es decir los granos de polen de los sedimentos de la laguna provienen de una amplia zona y representan la vegetación de la planicie, pero especialmente la de los cerros que rodean el altiplano (por encima de 2.600 m). En las curvas, los valores (%) de gramineae fluctúan entre 20 y 45%, pero generalmente son menores que 35%, es decir, aunque la planicie misma pasaría algunas veces al páramo propio, en términos generales, se encuentra en la franja alta del bosque andino. Esta conclusión se corrobora si se tiene en cuenta que el porcentaje de polen de árboles es siempre mayor de 30% (Grabandt & Nieuwland, 1985; Grabandt, 1985).

Los elementos arbóreos más frecuentes en los diagramas de la Sabana, son *Quercus* (valores entre 5-25%) y *Polylepis* (2-15%); en los diagramas de Fúquene *Polylepis* llega a tener hasta 50%. Si tomamos en cuenta que la relación abundancia (%) de polen/cobertura (%) de vegetación para *Polylepis* puede ser cercana a 0.5, estos valores vendrían a indicar para la zona coberturas de por lo menos 5% y frecuentemente llegarían a 30% e inclusive 100%. Para *Quercus* la relación: Abundancia (%) de polen/cobertura (%) de vegetación es cerca a 2.0, e indicarían coberturas entre **3 y 13%. Los valores de (%)** de polen de *Quercus* figuran entre los más elevados que se han encontrado en la Sabana. Otros elementos arbóreos representados son *Weinmannia* (0-2.5%, cobertura de 0-5%), *Rapanea* (0-2.5%, cobertura 0-5%) y *Miconia* (0-3%. cobertura 0-3%). *Podocarpus* y *Hedyosmun* están representados pero con porcentajes bajos, los cuales, en vista de su gran producción y dispersión no permiten conclusiones seguras sobre su presencia dentro de la Sabana. Las Ericaceae son relativamente frecuentes en varios niveles, mientras que *Aragoa* comúnmente se encuentra asociada con Gramineae y *Polylepis*.

En términos generales *Quercus* alcanza valores altos cuando las Gramineae y *Polylepis* disminuyen. *Polylepis* y Gramineae se asocian en parte, pero cuando *Polylepis* muestra los valores más altos las Gramineae presentan valores relativamente bajos. Las curvas de *Weinmannia* y *Polylepis* en parte corren paralelas, pero no hay una correspondencia total, ya que en ocasiones se encuentra asociada *Weinmannia* con *Quercus*. *Alnus* tiene valores entre 10-45%, pero según su gran producción y dispersión (polen: vegetación = 5), estos valores significarían a lo sumo una cobertura entre 5-10%. En Fúquene el (%) de *Alnus* fluctúa entre 3-10% (cobertura

0-2%). De todos modos los porcentajes menores al 20% dejan en duda la presencia real de las especies en el área.

Durante las fases con valores máximos de *Quercus* y valores relativamente bajos de *Polylepis,* se encuentra aprox. 25% de gramineae y 60-80% de polen de árboles. Con base en los datos reales y en los calculados de la relación entre porcentaje de Gramineae y total (%) de elementos arbóreos, (inclusive Polylepis) y con la altura del "límite de bosque" en la Sabana de Bogotá, se puede deducir que durante los máximos de *Quercus* el límite del bosque alto-andino pudo haberse hallado aprox. a 2.900 m, y durante los máximos de Polylepis a 2.700 m y 2.800 m (valores al parecer extremos). El límite altitudinal del bosque de *Quercus* pudo haberse encontrado a 2.700 m hasta por debajo del nivel de la Sabana. En Fúquene parece que la variación en la mayor parte de la época en discusión, se dio principalmente entre bosque de *Polylepis* y páramo de Gramineae.

Del páramo de Agua Blanca, en el borde occidental de la Sabana de Bogotá, al noroccidente de Subachoque, se dispone de un diagrama de polen de una laguna cercana a la divisoria de aguas, a 3.250 m de altura (HELMENS & KUHRY 1986). En la época en discusión a esta altura se presenta páramo de Gramineae (40-50% polen de Gramineae y 10-20% de árboles), mientras que los valores de *Polylepis* (1-3%) parecen indicar que el sitio se localizaba más arriba de la propia zona con abundancia de *Polylepis.*

Si se juntan todos estos datos, emerge la siguiente imagen de la vegetación durante el Pleniglacial Medio en los altiplanos de la Cordillera Oriental. En la zona de los primeros centenares de metros por encima del nivel de los altiplanos y de la laguna de la Sabana, es decir arriba de los 2.600 m, se encontraba bosque denso de *Polylepis* formando una zona de posiblemente 100 a 200 m de amplitud altitudinal. En los valles laterales de la Sabana, más protegidos, los bosques eventualmente pudieron haber sido aún más. En la parte baja *Polylepis* pudo asociarse con *Weinmannia* y *Rapanea* y en la parte más alta con *Aragoa.* Con el aumento en altitud debe haberse extendido progresivamente la vegetación de páramo de Gramineae. En algunos intervalos subía el límite superior del bosque andino de *Quercus* hasta alcanzar el nivel de la Sabana de Bogotá.

Si se comparan los porcentajes de polen de *Polylepis* con los de hoy en día en las zonas de bosque alto-andino y páramo, sé llega a concluir que en la actualidad, en ninguna parte muestran estos bosques la extraordinaria importancia que lograron en el Pleniglacial Medio. En la actualidad los bosques de *Polylepis* constituyen manchas homogéneas dispersas en ciertos páramos, entre 3.600 y 4.300 m, o también agrupaciones heterogéneas con otros elementos arbóreos como *Weinmannia, Rapanea, Gynoxys,* las cuales forman localmente una franja de bosque alto-andino, cerca del límite altitudinal de la vegetación arbórea entre 3.500 y 3.900 m en la Cordillera Oriental. Parece que durante el Pleniglacial Medio existió a 2.600 m una zona amplia de *Polylepis,* en parte con otros árboles, y bastante continua; lo cual implicaría situaciones o condiciones diferentes en el Pleniglacial Medio, y en el Holoceno (inclusive hoy en día).

Es bastante probable que árboles con baja producción de polen que crecen cerca y por encima del "límite del bosque", como *Escallonia* y *Hesperómeles,* igualmente abundaron a estas alturas en el mismo período Pleniglacial Medio y existen algunos indicios que parecen comprobarlo. Luego discutiremos estos indicios como también las posibles causas de la gran extensión del bosque alto-andino de *Polylepis.*

En ciertos intervalos del Pleniglacial Medio y hacia su final, el nivel de la laguna de la Sabana bajó considerablemente, sus sedimentos quedaron expuestos y se extendió la zona con vegetación pantanosa y bosquecitos bajos o matorrales en donde se formaron turbas o arcillas turbosas. Se dispone de varios diagramas de polen de este tipo de sedimentos los cuales muestran un dominio en la sedimentación o lluvia de polen de la flora local sobre la flora regional, que es la determinante de los espectros palinológicos en los sedimentos de la laguna. En estos sedimentos abundan los granos de *Symplocos, Myrica* y *Rapanea* (al lado del omnipresente *Alnus*), como también de *Hypericum* y Compositae.

A veces se presentan valores extremos de 2 hasta 5% de *Weinmannia.* Estos elementos representan los componentes principales de una vegetación leñosa "azonal" que se encontraba sobre la planicie de la Sabana y que rodeaba el lago reducido. Una de las secuencias sedimentarias (Van der Hammen *et al.,* 1980) se encontró al este de Zipaquirá y representa la última fase del Pleniglacial Medio, entre 33.000-27.000 años A. P., cuando el lago sufrió una baja bastante definida. Otras son de Tenjo y el Abra, y representan diferentes edades dentro del Pleniglacial Medio.

De la laguna de Fúquene y de otras localidades de la Sabana de Bogotá (como la parte baja del Valle de Tenjo), se conocen tipos de vegetación "azonal" herbácea, en las zonas pantanosas alrededor de la laguna en donde abundan elementos como *Rumex, Polygonum,* Cyperaceae, *Relbunium, Hydrocotyle* y Compositae. En la vegetación acuática se encontraban *Myriophyllum, Potamogeton e Isoetes.* Estos tipos de vegetación eran probablemente muy similares a los que conocemos hoy en día en las zonas pantanosas y litorales de las lagunas de páramo, aunque la abundancia por ejemplo de *Polygonum* y *Rumex* recuerde más a la vegetación pantanosa de las lagunas de los altiplanos. Los anteriores considerandos serían indicios de que el clima del Pleniglacial medio en los altiplanos probablemente fue durante ciertos intervalos un clima más de bosque alto-andino que de páramo propiamente dicho.

LOS SEDIMENTOS FLUVIOGLACIALES DE LAS MORRENAS

En las áreas cercanas a los núcleos glaciares, como en la zona de Zipaquirá, y en las partes bajas de los valles que desembocan en la Sabana y forman parte de ella, como los valles de Tenjo, Usme, Subachoque y Guasca, se encuentran frecuentemente gravas que forman parte de cuerpos sedimentarios provenientes de las partes más altas de estos valles, las cuales en las partes bajas se intercalan con los sedimentos lacustres de la laguna de la Sabana. En la parte alta de estos valles se localizan las morrenas de la última glaciación, y no cabe duda que las gravas y gravillas mencionadas son de origen fluvioglacial.

Las gravillas del área de Zipaquirá se pudieron fechar (edad entre 33.000 y 27.000 años A.P.) porque tenían turba y carbón vegetal en medio de dos niveles de gravilla, y por la presencia de un suelo "agrietado" muy característico, encima del nivel superior de gravillas, la edad del cual se logró establecer por correlación en aprox. 23.000 años A. P., por consiguiente el nivel superior y último de gravilla fluvioglacial tiene una edad entre 27.000 y 23.000 años A.P. (Van der Hammen *et al.*, 1980). En el Valle de Tenjo al norte del pueblo de Tabio en una planicie a 2.595 m, hay una secuencia de gravas que son explotadas en varios sitios. En la parte alta debajo de las gravas superiores se encuentran arcillas oscuras con carbón vegetal las cuales al ser fechadas arrojaron una edad de 31.500 ± 610 años A.P. Col 77, GrN 5837)

En otro sitio un poco más al norte (aprox. a 2610 m de altura) en un resto de terraza con gravas, se obtuvo carbón vegetal en una capita de arcilla rosada inmediatamente encima de las gravas, que dio una fecha de C^{14} de 39.000 $\overset{1050}{\pm 950}$ años A.P. (Col. 78, GrN 6002). En la parte baja del Valle de Subachoque, se distinguen una serie de terrazas entre el plano de la Sabana y la planicie actual del río, que se encuentra unos 8 m más abajo. Por debajo de estos niveles los sedimentos son gravas que están siendo explotadas en varias partes. En estas gravas se encuentran troncos y fragmentos de madera de árboles; un fragmento encontrado a 6.85 m por debajo del nivel de la terraza inferior, dio una fecha de C^{14} de 45.000 $^{+3.500}_{-240}$ años A.P. (Col. 452, GrN 12441). Fragmentos encontrados a profundidades de 7.60 m y 8.30 m son más antiguos que 50.000 años A. P. (Col. 454, GrN 12443, 50.000; Col. 455, GrN 12444, 40.000) (Bekker, 1985). En la base del suelo que cubre el tercer nivel de terraza se encontró carbón vegetal que dio una fecha de C 14 de 33.000 ± 1.000 años A. P. (Col. 451, GrN 12440). En el sedimento arcilloso que cubría el cuarto y último nivel de terraza (aparentemente erosiva), se encontraron restos de madera y carbón vegetal, los cuales arrojaron edades de 9.960 ± 45 años A.P. (Col. 450, GrN 12439) y 11.290 años A.P. (Col. 453, GrN 12442) respectivamente (Bekker, 1985). Aunque los datos no excluyen la posibilidad de que parte de las gravas sedimentadas sean relativamente más jóvenes, se puede decir con seguridad que la mayor parte de ellas deben tener una edad mayor de 34.000 años A. P., e inclusive en parte mayor de 50.000 años A. P.

Las facies de estos sedimentos aparentemente fluvioglaciales se vuelven más finas hacia la propia Sabana, primero cascajo fino y luego arena. Fenómeno similar se observa también en el Valle de Tenjo.

El conjunto de datos o fechas presentados permiten concluir que en la Sabana de Bogotá cerca a los centros de glaciación, especialmente en los valles laterales que bajan de los páramos, se encuentran frecuentemente gravas de tipo fluvioglacial las cuales en su mayoría tienen edades superiores a 32.000-33.000 años A.P., e inclusive en determinados casos edades de 45.000 y mayores de 50.000 años A.P. El último conjunto de gravas tienen una edad entre 24.000 y 27.000 años A.P.

En cuanto a morrenas en lo alto del extremo norte del Valle de Subachoque, alrededor de 3.200 m y 2.800-2.900 m se han podido reconocer niveles de morrenas; los complejos de suelos que se encuentran encima de estas morrenas dan indicio sobre su edad. Sobre material morrénico a 2.840 m yace una secuencia de por lo menos dos suelos negros separados por lo que probablemente es ceniza volcánica alterada y por material de solifluxión. El suelo inferior contenía carbón vegetal con una edad de $35.800 \, {}^{+1100}_{-900}$ años A.P. (Col. 68, GrN 5681) (Van der Hammen *et al.*, 1980). Hay que anotar que este suelo inferior es complejo en otras partes, presentándose a veces también material crioclástico en la parte baja o entre material morrénico y suelo.

Es también importante reseñar que en ninguna parte se encontró un suelo de tipo interglacial sobre estos restos morrénicos. Estos datos indican que las morrenas de 2.800-2.900 m son de una edad mayor de 36.000 años A.P. aprox., y son de la última glaciación.

Sobre las morrenas de 3.200 m se encontró una secuencia de suelos que se inicia con un tipo de suelo agrietado el cual se fechó en otras partes y arrojó una edad de 23.000 años A.P. La base de un suelo agrietado de este tipo aunque ligeramente más complejo, se fechó en la Sabana de Bogotá y alrededores en 28.000 años A. P. aprox. (CORREAL & VAN DER HAMMEN, 1977; VAN DER HAMMEN *et al.*, 1980). Esto quiere decir que las morrenas de 3.200 m aprox. tienen una edad mayor de 23.000-28.000 años A. P. Todas estas morrenas bajas son por lo consiguiente y con bastante probalidad, de edad pleniglacial medio (hasta parte más antigua del pleniglacial superior), y se pueden asociar con toda probabilidad con las gravas fluvioglaciales de la parte baja del Valle de Subachoque.

Los fechamientos de las gravas de tipo fluvioglacial en la Sabana en general, reportan edades entre aprox. 23.000-50.000 años A. P. y parecen indicar en general avances máximos de los glaciares entre 28.000 y 23.000 años A. P., y muy especialmente entre 33.000 y 50.000 años A. P.

En la Sierra Nevada del Cocuy, donde se conoce bastante bien la historia del último glacial (VAN DER HAMMEN *et al.*, 1980; 1981), hay dos fases de gran extensión glaciar, con edades por encima de 23.000 años A. P., y quizás aún mayor de 36.000 A. P. respectivamente. Las extensiones se presentaron hasta entre 3.400-3.000 m y 2.800-2.400 m respectivamente. El estadio entre 21.000 y 14.000 años A.P. aprox. cuyas morrenas se hallan a alturas entre 3.300 y 4.000m, representa ya una fase durante el retiro de los glaciares.

EL CLIMA Y EL NIVEL DE LA LAGUNA DE LA SABANA

El nivel de la laguna de la Sabana ha fluctuado repetidamente durante su existencia, evento que ha incidido en el establecimiento de vegetación pantanosa y en la formación de turbas en las zonas marginales de la planicie alrededor del lago. Todo parece indicar que estas fluctuaciones se debían principalmente a cambios climáticos; cambios en la precipitación efectiva, determinados por la precipitación propia y la evaporación. Ya que este último factor depende de la temperatura, entonces deben haber influido en el nivel de la laguna tanto la precipitación como la temperatura. Los niveles relativamente bajos de la laguna durante ciertos interglaciales, se deben probablemente a las temperaturas más altas. Las temperaturas relativamente bajas (baja evaporación) durante épocas glaciares, deberían favorecer niveles relativamente altos de la laguna, como efectivamente se presentaron durante el Pleniglacial Medio y en parte durante el principio del Pleniglacial tardío.

No obstante, se conocen niveles muy bajos de ciertas lagunas, en determinados intervalos del Pleniglacial, como es muy evidente en la laguna de Fúquene (Van Geel & Van der Hammen, 1973) y en la propia Sabana de Bogotá (Schreve-Brinkman, 1978). En estos casos no hay duda que la causa fue una baja considerable de la precipitación anual. La época más seca del Pleniglacial aparentemente es el intervalo entre 21.000 años A. P. y 14.000 años A. P. aprox. En la época 30.000 A. P.-21.000 años A. P. (especialmente entre 25.000-21.000 A. P.) se presentaron niveles relativamente altos de la laguna de Fúquene y encharcamientos en ciertas partes de la Sabana de Bogotá.

Antes de 30.000 años A. P. aprox. parece que hubo un intervalo relativamente seco en la Sabana, el cual pudo durar varios miles de años; es en este período en donde se presenta la desaparición de la laguna de la Sabana, probablemente causada por la combinación del efecto erosivo de la salida del agua de la cuenca de la zona de Alicachín-Tequendama y por la precipitación efectiva relativamente baja. En el intervalo entre 35.000 años A. P. y >50.000 años A. P es decir en el período que precedía a la época relativamente seca, es precisamente cuando se presentaron los niveles de agua más altos del Pleniglacial en la laguna de la Sabana, los cuales inclusive alcanzaron los 2.600 m de elevación. Un comportamiento así significaría entonces, la eliminación de las zonas pantanosas y el contacto de la laguna con los cerros circundantes. El clima en esta época fue relativamente frío (pero menos frío que en el período alrededor de 20.000 años A. P.) y la precipitación efectiva fue bastante alta.

EL CONTACTO DE LOS GLACIARES Y EL BOSQUE

Como vimos anteriormente, durante el Pleniglacial Medio el límite del bsoque alrededor de la Sabana de Bogotá se hallaba frecuentemente a una altura de 2.700-2.900 m. Por otro lado los glaciares llegaban a alturas de 2.700-3.000 m. Si además se tiene en cuenta que en los valles que conducen del páramo a la Sabana, el límite del bosque local pudo haber sido aún más alto, cabría la posibilidad de un contacto local de bosque y glaciares, especialmente en los mencionados valles. Actualmente esta situación no se presenta casi en ninguna parte de Colombia, sólo hay una referencia para un sitio en el Nevado del Huila, bajo condiciones muy húmedas a una altura de 4.000 m (Erwin Kraus, información oral).

Este tipo de contacto pudo ser común en el Pleniglacial Medio, en la muy húmeda vertiente oriental de la Cordillera Oriental (Van der Hammen *et al.*, 1980/1981, Van der Hammen, 1981). Igualmente debe haber sido también muy frecuente en ciertas partes de la Sabana de Bogotá, ya que localmente se encuentran en las mismas gravas fluvioglaciales del Pleniglacial Medio, abuntantes trozos de madera y troncos de árboles, como por ejemplo en las explotaciones de gravilla de la parte sur del Valle de Subachoque y en la parte media del Valle de Tenjo al norte de Tabio. Todavía no se ha efectuado el estudio completo de estas maderas, para saber de cuáles especies se trata, pero parece que una de las especies presentes pertenece al género *Escallonia*, y cabe la posibilidad de encontrar *Polylepis*.

DISCUSION Y CONCLUSIONES
(Fig. 1 y 2)

Aunque el Pleniglacial Medio y la fase inicial del Pleniglacial tardío presentaron ciertas fluctuaciones climáticas y de vegetación, hay una serie de características relativamente constantes o al menos dominantes en tiempo, que nos dan una imagen muy peculiar y diferente de la situación actual. En la Sabana de Bogotá y otros altiplanos de la Cordillera Oriental a alturas de aproximadamente 2.600-2.800 m se presentaron al mismo tiempo las características siguientes: altos niveles en las lagunas, clima moderadamente frío, vegetación de bosque alto andino con abundante *Polylepis* (entre 2.600 y 2.900 m), sedimentos fluvioglaciales hasta el nivel de la Sabana y morrenas glaciares hasta niveles de 2.700 y 3.000 m. Estos hechos llevan a la conclusión que las lagunas glaciares y bosques alto-andinos deben haber estado en contacto al menos localmente, especialmente en los valles que bajan del páramo a la propia Sabana de Bogotá. La presencia de troncos y trozos de madera en los sedimentos fluvioglaciales, parecen confirmar esta apreciación.

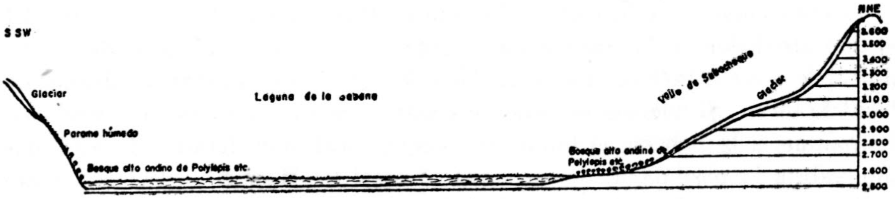

FIGURA 1. Corte esquemático Norte-Sur en la Sabana de Bogotá en el Pleniglacial medio.

Los niveles altos de la laguna de la Sabana, el excesivo crecimiento de los glaciares y en parte la situación relativamente alta del límite del bosque (comparada con las temperaturas reinantes o sea moderadamente bajas) encuentran una explicación en la combinación de temperaturas más bajas

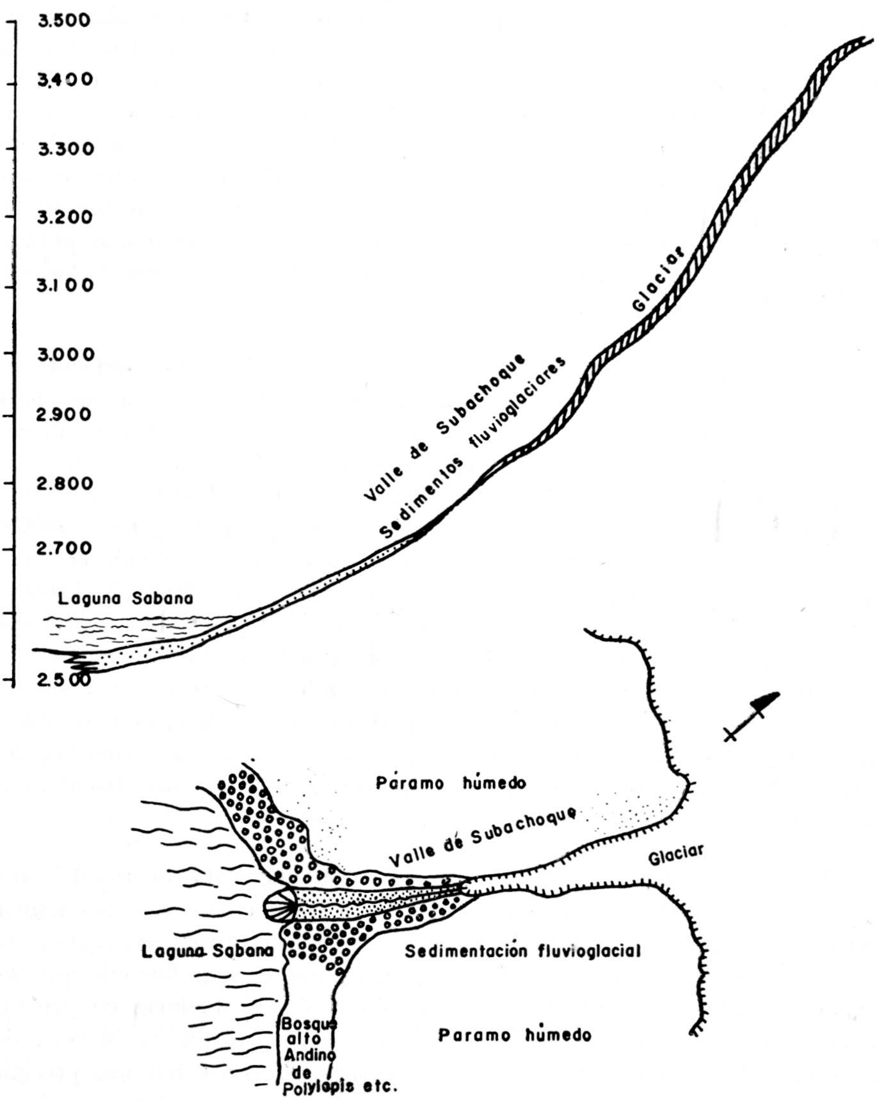
3.500
3.400
3.300
3.200
3.100
3.000
2.900
2.800
2.700
Laguna Sabana
2.500
Glaciar
Valle de Subachoque
Sedimentos fluvioglaciares
Páramo húmedo
Valle de Subachoque
Glaciar
Laguna Sabana
Sedimentación fluvioglacial
Paramo húmedo
Bosque alto Andino de Polylepis etc.

FIGURA 2. Corte (A-B) y mapa esquemáticos de la situación en la Sabana de Bogotá en la zona del valle de Subachoque durante el Pleniglacial medio: glaciar, sedimentación fluvio-glacial, laguna, bosque alto-andino *(Polylepis)*, páramo húmedo.

que hoy en día, pero con una precipitación efectiva bastante más alta que en la actualidad. La cantidad de agua que pasó por el Salto de Tequendama durante las fases tan extremadamente lluviosas del Pleniglacial medio debe haber sido un múltiplo de la de hoy en día (en circunstancias naturales), en esta época se debe haber erosionado (bajado) tanto el cauce de la salida de las aguas de la Sabana (en Alicachín), que cuando el clima se volvió menos lluvioso hacia el final del Pleniglacial Medio y el Pleniglacial tardío, se llegó a desocupar la laguna. El Salto fue sin duda muchísimo más grande y ancho durante el Pleniglacial Medio, y debe haber proporcionado un espectáculo extraordinario.

Queda el interrogante, por qué *Polylepis* fue mucho más abundante en la zona de bosque alto-andino y páramo de la Cordillera Oriental que en la actualidad. Aunque la influencia antropogénica es un factor que seguramente redujo los bosques de *Polylepis*, se conoce según los diagramas de polen que nunca después del Pleniglacial Medio tuvo una extensión comparable. Actualmente es común encontrar a *Polylepis* sobre terrenos pedregosos; también se encuentra bastante Polylepis en el bosque alto-andino en el lado occidental relativamente húmedo de la Cordillera Oriental (a una altura de 3.700 m cerca de la laguna La Jiquera, (Boyacá) y en el Bosque alto-andino del páramo de Santa Rosa, en la vertiente occidental y muy húmeda en la Cordillera Central. Por consiguiente si se combina la gran extensión de terreno pedregoso, causada por la baja posición de los glaciares y la abundancia de sedimentación de gravas fluvioglaciales, con la gran humedad del clima, tal vez se tendrían las causas explicativas de la extensa distribución de *Polylepis*.

La abundancia relativa de *Quercus* en ciertos intervalos dentro del área de la Sabana de Bogotá, se puede quizás explicar también por una mayor humedad del clima; el área de distribución actual está situada principalmente en el lado occidental de la Cordillera Oriental, que es más húmedo que las laderas situadas en el interior de la cordillera, donde dominan en general bosques de *Weinmannia tomentosa*. Además se conoce que en la zona de Chiquinquirá se presenta *Quercus* en el altiplano, en donde hay una precipitación mayor que en los altiplanos situados más al sur. No obstante existen bosques de *Quercus* igualmente en ciertas zonas bastante secas, de tal manera que queda alguna duda sobre si este factor de humedad es el único responsable del comportamiento en referencia. Otro hecho importante de considerar es cierta condición de especie pionera que parece mostrar *Quercus*, como se observa en los diagramas de polen de Fúquene, en los cuales es obvio que *Quercus* arranca como árbol dominante en los inicios del Holoceno, para luego ser reemplazado por un bosque de composición florística mixta. Quizás la combinación de una situación algo pionera (suelos poco desarrollados) con clima bastante más húmedo da la clave para la explicación de la abundancia en el Pleniglacial Medio.

Si se considera la vegetación y las condiciones climáticas tan peculiares del Pleniglacial Medio, se puede concluir que los cambios de vegetación en los Andes causados por oscilaciones climáticas, no fueron simplemente movimientos verticales de zonas o cinturones altitudinales sino que hubo un frecuente reordenamiento de especies y tipos de vegetación, lo cual pudo conducir a un ordenamiento y zonación diferente a los de hoy en día en esta área. Aunque este hecho ya fue reconocido anteriormente (VAN DER HAMMEN, 1960 y 1963), la situación durante el Pleniglacial Medio en la Sabana de Bogotá, que acabamos de discutir, nos da un ejemplo muy claro e impresionante.

REFERENCIAS

BEKKER, R. P. 1985. Quaternary geology and geomorphology of the Southern part of the Subachoque valley, Cundinamarca, Colombia. Internal report, CIAF: 103 pp. Bogotá.

CORREAL, G. &. T. VAN DER HAMMEN, 1977. Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama. Biblioteca Banco Popular, 1:149 pp. Bogotá.

DUEÑAS-J., H. 1979. Estudio palinológico de los 35 metros superiores de la sección Tarragona, Sabana de Bogotá. Caldasia, **12** (60): 539-571.

GRABANDT, R. A. J. 1985. The use of data concerning the present vegetation between pollen rain and vegetation in the Colombian Cordillera Oriental in the interpretation of Andean pollen diagrams. El Cuaternario de Colombia, **11**: 36 pp. También en: R. A. J. GRABANDT. 1985. Pollen rain in relation to vegetation in the Colombian Cordillera Oriental. Thesis, U. of Amsterdam.

GRABANDT, R. A. J. & J. NIEUWLAND. 1985. Pollen rain in relation to paramo vegetation in the Colombian Cordillera Oriental. El Cuaternario de Colombia, **11**: 110 pp.

También en: R. A. J. GRABANDT. 1985. Pollen rain in relation to vegetation in the Colombian Cordillera Oriental. Thesis, U. of Amsterdam.

HOOGHIEMSTRA, H. 1985. Vegetational and climatic history of the high plain of Bogota. Colombia: A continuos record of the last 3.5 million years. Dissertationes Botanicae 79: 368 pp. Cramer, Vaduz.

También en: El Cuaternario de Colombia, **10**.

HELMENS, K. & P. KUHRY. 1986. Middle and upper quaternary vegetational and climatic history of the paramo de Agua Blanca (Eastern Cordillera, Colombia). Palaeography Palaeoclimatology and Palaeoecology.

SCHREVE-BRINKMAN, E. J. 1978. A palynologycal study of the upper Quaternary secuence in the El Abra, corredor and rocke shelters (Colombia). Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeocol., **25**: 1-109.

También en: El Cuaternario de Colombia, **6**.

VAN DER HAMMEN, T. & E. GONZÁLEZ. 1960. Upper Pleistocene and Holocene climate and vegetation of the Sabana de Bogotá (Colombia, South America). Leidse Geol. Meded., **25**: 261-315.

— 1963. Historia de clima y vegetación del Pleistoceno superior y del Holoceno de la Sabana de Bogotá. Bol. Geol., **11** (1-3): 189-266.

VAN DER HAMMEN, T. 1978. Statigraphy and environment of the upper Quaternary of the El Abra corredor and rock shelters (Colombia). Palaeogeogr. Palaeoclimat., Palaeoecol., **25**: 111-162.

También en: El Cuaternario de Colombia, **6**.

VAN DER HAMMEN, T., H. DUEÑAS & J. C. THOURET. 1980. Guía de excursión, Sabana de Bogotá. Primer seminario sobre el Cuaternario de Colombia. Bogotá.

VAN DER HAMMEN, T. 1981. Enviromental changes in the Northern Andes and the extinction of Mastodon. Geol. Mynbouw, **60**: 369-372.

VAN DER HAMMEN, T., J. BARELDS, H. DE JONGE & A. A. DE VEER. 1981. Glacial sequence and enviromental history in the Sierra Nevada del Cocuy (Colombia). Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., **32**: 247-340.

También en: Cuaternario de Colombia, **8**.

VAN GEEL, B. & T. VAN DER HAMMEN. 1973. Upper Quaternary vegetational and climatic sequence of the Fuquene area (Eastern Cordillera, Colombia). Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., **14**: 9-92.

También en: El Cuaternario de Colombia, **1**.